





VALIDAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL DE IMAGENS CBERS-4A E PLANET SCOPE USANDO ALVOS URBANOS


POSITIONAL ACCURACY ASSESSMENT OF IMAGES FROM CBERS-4A AND PLANET SCOPE USING URBAN TARGETS

 Mariany Kerriany Gonçalves de Souza^A

 Vagner Souza Machado^A

 José Marcato Junior^B

 Lucas Prado Osco^A

 Ana Paula Marques Ramos^A

^A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil

^B Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil

Recebido em: 16/07/2021 | 21/07/2022 DOI: 10.12957/tamoios.2023.61140

Correspondência para: Ana Paula Marques Ramos (anaramos@unoeste.br)

Resumo

Trabalhos em diversos setores, como no agronegócio e planejamento urbano, são otimizados pelo uso de imagens de Sensoriamento Remoto devido à resolução espacial, espectral, radiométrica e (ou) temporal cada vez melhor dessas imagens. Todavia, realizar a validação da acurácia posicional desses dados é uma etapa fundamental para se identificar a escala de mapeamento permitida por estes. Dentre os recentes satélites que fornecem imagens gratuitas, tem-se o CBERS-4a, que desde 2020 fornece imagens multiespectrais de 8m resolução espacial e pancromáticas de 2m (sensor WPM) a cada 31 dias. Tal característica permite a obtenção de cenas multiespectrais fusionadas (2m de resolução espacial). Para fins comerciais, tem-se várias opções, como as imagens Planet Scope de alta resolução espacial (3m) e temporal (revisita diária) adquiridas pelos nanosatélites Dove. Neste sentido, este trabalho realiza a validação da acurácia em planimetria das imagens CBERS-4a fusionada e Planet Scope utilizando alvos urbanos. Como dados de referência, tem-se um conjunto de ortofotografias aéreas de alta resolução espacial (10 cm) oriundas de um levantamento fotogramétrico. O processo de validação consistiu em aplicar o Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD), comparando as coordenadas planimétricas extraídas das imagens de satélite CBERS 4a fusionada e Planet Scope e seus respectivos valores das ortofotografias aéreas. Um total de 100 alvos urbanos, sendo cantos de edificações, compuseram o conjunto amostral. O PEDC-PCD mostra uma similaridade em acurácia posicional entre as imagens CBERS-4a fusionada e PlanetScope. O mapeamento com tais dados atende à escala 1:25.000, classe B, pois o PEC é inferior a 10,00 m, e Erro Padrão abaixo de 6,66 m. Tais achados mostram a limitação do uso das imagens CBERS-4a fusionada e PlanetScope em projetos de mapeamento a nível cadastral, isto é, em escala maior que 1:25.000. Todavia, apontam sua viabilidade para atender estudos regionais ou que não exijam acurácia posicional superior à classe B do PEC-PCD.

Palavras-chave: Imagens Orbitais; Acurácia Planimétrica; Mapeamento urbano.

Abstract

Various sectors like agribusiness and urban planning use Remote Sensing imagery. However, validating the positional accuracy of these data is required to identify the mapping scale allowed. Among recent satellite systems available we have the CBERS-4a and Planet Scope. The CBERS-4a system provides multispectral (8m) and panchromatic (2m) images every 31 days. Thus, it allows us obtaining pan sharpened multispectral scenes (2m spatial resolution). The Planet Scope is a commercial image with a spatial resolution of 3m. Up to the writing moment, the positional accuracy of these images is unknown. We validate the pan sharpened CBERS-4a and Planet Scope image's planimetric accuracy with urban targets. Orthophotos of high spatial resolution (10 cm) were used as reference data. The validation process uses the Cartographic Accuracy Standard of Digital Cartographic Products (PEC-PCD) for 100 control points. These points are urban targets and consist of corners of buildings. The coordinates of these points were extracted from the pan sharpened CBERS 4a and Planet Scope images and then compared with their respective values obtained from the orthophotos. We find a similarity in





positional accuracy between the pan sharpened CBERS-4a image and Planet Scope. These data allow mapping at a 1:25,000 scale because the PEC is less than 10.00 m, and the Standard Error is below 6.66 m in our case study. There is a limitation to using the pan sharpened CBERS-4a and Planet Scope images in cadastral projects that require a scale greater than 1:25,000. However, we show the feasibility of these data to attend regional studies or that one does not require positional accuracy superior to class B of the PEC-PCD.

Keywords: Orbital Imagery; Positional Accuracy; Urban Mapping.

INTRODUÇÃO

O mapeamento de feições, em diversos níveis de detalhes, é necessário para atender diferentes áreas, como as engenharias, meio ambiente e o agronegócio (LONGLEY et al. 2013). Dentre as fontes primárias de dados, aqueles coletados diretamente em campo, têm-se as imagens de Sensoriamento Remoto, que vêm sendo empregadas em aplicações diversas, sobretudo, devido suas características de resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal cada vez melhores (JENSEN, 2011).

Desde o lançamento do sistema Landsat na década de 70 (1972), inúmeros outros sistemas foram propostos, tanto de caráter comercial quanto sem fins lucrativos. O CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) é um desses exemplos de sistema gratuito a nível global, oriundo de uma parceria entre os governos brasileiro e chinês (INPE, 2021). A versão mais recente do sistema CBERS é o satélite CBERS-4a que corresponde a uma evolução geométrica e radiométrica dos satélites CBERS-1, 2, 3 e 4 (INPE, 2021). O CBERS 4a tem a bordo três sensores, o WPM, o MUX e o WFI, e foi lançado em dezembro de 2019, sendo suas imagens disponibilizadas a partir de 2020. O sensor WPM registra imagens multiespectrais (RGB-NIR) com uma resolução espacial de 8m, e uma imagem pancromática com resolução de 2m, com tempo de revista a cada de 31 dias. Isto permite a obtenção de cenas multiespectrais fusionadas com 2m de resolução espacial (INPE, 2021).

Outro sistema menos recente (ano de 2015), mas de caráter comercial e com aplicabilidade em contexto rural e urbano, são os nanosatélites Dove da empresa Planet Scope. Tais satélites coletam imagens em 04 faixas espectrais (RGB-NIR), com alta resolução radiométrica (de 12 bits) e espacial (03 m). Algumas das aplicações possíveis com as imagens Planet Scope são para estimativa de biomassa de culturas, delineamento de zonas de manejo (BREUNING et al. 2020), avaliação da fenologia de cobertas por vegetação (CHENG et al. 2020), classificação de uso e cobertura (SHENDRYK et al. 2019). Existe, ainda, estudos



inicias sobre o potencial de uso destas imagens para a regularização ambiental de imóveis rurais (PINHEIRO et al. 2019).

As técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) possibilitam extrair informações de imagens de Sensoriamento Remoto, as quais são importantes para o desenvolvimento de projetos em distintas áreas (Jensen, 2009). Todavia, conhecer a acurácia posicional desses dados é fundamental para se identificar a máxima escala de mapeamento permitida. A análise da acurácia verifica o grau de concordância entre um valor calculado (amostrado) e um valor de referência, sendo aplicada para ambas as componentes planimétrica e altimétrica individualmente (RAMOS et al. 2016).

No Brasil, em 2011, foi lançada a Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) que apresenta orientações para a avaliação da exatidão planimétrica (horizontal) e altimétrica (vertical), usando o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) para Produtos Cartográfico Digitais (DSG, 2011). O PEC-PCD verifica a acurácia das coordenadas planimétricas e altimétricas dos produtos cartográficos. Diversos trabalhos caracterizam a qualidade geométrica de imagens orbitais aplicando o conceito de PEC-PCD (XAVIER et al. 2020; BARBOSA et al. (2017; SOUZA et al. 2009; LOUSADA & FERNANDES, 2017; MARINI et al. 2017; MACHADO et al. 2019; PINHEIRO et al. 2019; 2020; PEREIRA et al. 2019; CARIS et al. 2020).

No trabalho de Xavier et al. (2020) foi realizado a avaliação da acurácia posicional de feições lineares extraídas de ortoimagem gerada por fotos aéreas coletadas por sensores embarcados em ARP (Aeronave Remotamente Pilotada). No estudo de Barbosa et al. (2017), verificou-se a acurácia posicional de cenas CBERS 4 usando pontos de controle coletados em campo. Oliveira et al. (2018) conduziram a correção geométrica de imagens do CBERS-4/PAN-5M com coordenadas de vértices de propriedades rurais georreferenciadas e certificadas pelo INCRA. De forma similar ao interesse na componente planimétrica, há uma série de estudos (SOUZA et al. 2009; LOUSADA & FERNANDES, 2017; MARINI et al. 2017; MACHADO et al. 2019; 2020; PEREIRA et al. 2019), ou nuvens de pontes coletadas pelo sistema LiDAR (CARIS et al. 2020) que realizam a avaliação da acurácia da componente altimétrica dos dados geoespaciais de diferentes fontes, como imagens orbitais representando Modelo Digital de Elevação.



Todavia, até o presente momento, não se tem conhecimento sobre a escala de mapeamento permitida pela imagens multiespectrais CBERS 4a fusionadas e as imagens Planet Scope. Neste sentido, este trabalho realiza a validação da acurácia posicional planimétrica de imagens CBERS 4a fusionadas e imagens Planet Scope, em consonância com as especificações do PEC-PCD. Os dados de referência são coordenadas planimétricas, representando cantos de edificações, de conjunto de 100 pontos extraídos de ortofotografias aéreas de alta resolução espacial (10 cm), que são oriundas de um levantamento fotogramétrico. A principal contribuição deste trabalho está em informar a maior escala de mapeamento permitida usando as imagens orbitais CBERS 4a fusionadas e Planet Scope.

MATERIAL E MÉTODO

Os trabalhos devem ser submetidos para análise no portal OJS da Revista Tamoios, em formato de documento do Word, sendo em corpo 12, fonte 'Times New Roman', espaçamento simples e sem numeração de páginas. As notas deverão ser escritas ao final do texto, formatação igual à do texto, antes das referências bibliográficas e com números arábicos. Os arquivos devem ter tamanho de 4MB. Lembramos que é muito importante estar atento ao limite de tamanho do arquivo, já que a plataforma não aceitará a submissão de artigos superiores aos 4 MB.

METODOLOGIA

Área de Estudo

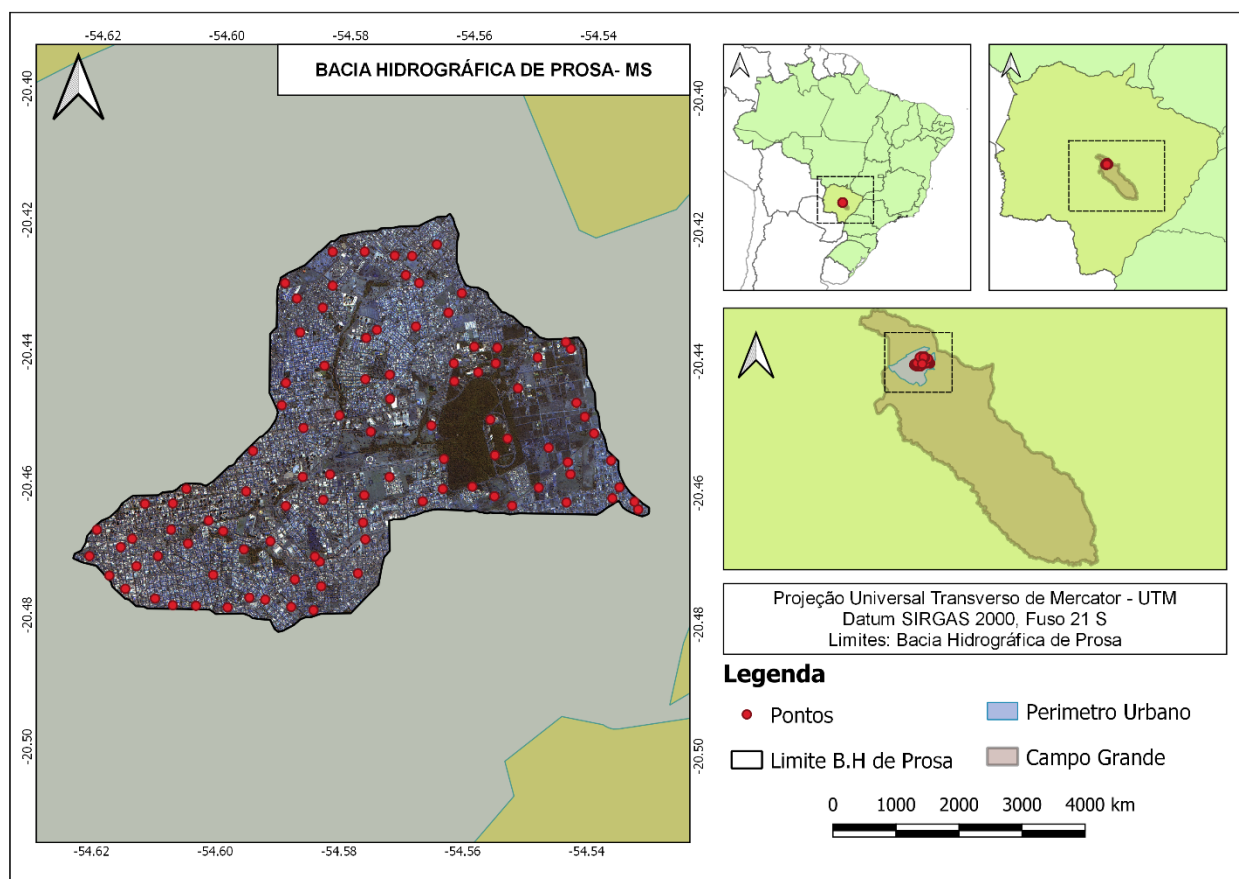
A área selecionada para a avaliação da acurácia posicional das imagens orbitais CBERS-4a fusionada e Planet Scope está localizada no perímetro urbano da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, representando a bacia hidrográfica da Prosa. Esta bacia tem sido alvo de estudo de outros estudos no âmbito hidrológico e, portanto, avaliar a acurácia planimétrica de imagens de satélite para esta área contribui com esses e demais trabalhos correlatos. A bacia hidrográfica da Prosa possui uma área aproximada de 32 km² e aproximadamente 28 km de perímetro, tendo como uso e ocupação predominantes as edificações e as vias urbanas (Figura 1).

O PEC-PEC foi aplicado utilizando um total de 100 pontos de controle homogeneamente distribuídos na bacia da Prosa (Figura 1). Destaca-se que os alvos urbanos selecionados são cantos de edificação, pois, em geral, apresentam regularidade geométrica o



que facilita sua interpretação nas imagens. Diante disto, fez-se a fotointerpretação e leitura das coordenadas planimétricas de cada um destes pontos nas ortofotografias aéreas e nas imagens orbitais, CBERS-4a fusionada e Planet Scope.

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica de Prosa-MS e distribuição dos pontos de controle.



Dados Utilizados

Neste trabalho três fontes de dados foram utilizadas: imagens multiespectrais (RGB e Infra-Vermelho Próximo) CBERS-4a fusionada (2m de resolução espacial), imagens multiespectrais (RGB e Infra-Vermelho Próximo) Planet Scope (3m de resolução espacial), e ortofotografias aéreas RGB (10 cm de resolução espacial). Duas cenas CBERS-4a foram necessárias para recobrir a área em estudo, uma de 10 de agosto e outra 05 de setembro de 2020, sem cobertura de nuvens. Estas imagens são disponibilizadas em números digitais (ND) e apresentam nível de processamento L4, isto é, são imagens ortorretificadas, portanto,



tratam-se de imagens com correção radiométrica e correção geométrica refinada pelo uso de pontos de controle e modelo digital de elevação (INPE, 2021). Tais imagens foram obtidas junto à Divisão de Geração de Imagens (DGI) do INPE (<http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>). Para obter a imagem CBERS4a fusionada, isto é, realizar o processo de fusão das imagens multiespectrais (RGB-NIR) de 8m com a banda pancromática de 2m, resultando em uma imagem multiespectral (RGB-NIR) de 2 m de resolução espacial, utilizou-se a ferramenta *pansharpening* do *software QGIS 2.18* (QGIS Development Team, 2021).

Uma única imagem Planet Scope recobre a área de estudo, e a data selecionada foi 08 de agosto 2020, sem cobertura de nuvens, sendo esta a data mais próxima àquela adotada nas imagens CBERS 4a. A imagem Planet Scope foi cedida pela empresa Planet para fins educacionais, ortorretificada e com resolução espacial de 3m. Os dados se encontram em refletância de superfície, em um total de quatro bandas (RGB e Infra-Vermelho Próximo). Quanto às ortofotografias RGB, estas são oriundas de um levantamento aéreo fotogramétrico realizado pela prefeitura municipal de Campo Grande em 2013. Um total de 129 ortofotografias com GSD (*Ground Sample Distance*) de 10cm recobre a bacia da Prosa. Tais ortofotografias foram adotadas no presente trabalho como dados de referência para se avaliar a acurácia posicional das imagens de satélite na área em estudo, a bacia da Prosa. As figuras abaixo ilustram os 100 pontos de controle distribuídos na bacia da Prosa e as imagens Planet (Figura 2a), CBERS-4a fusionada (Figura 2b) e as ortofotografias (Figura 2c).

Figura 2a: Imagens Planet Scope

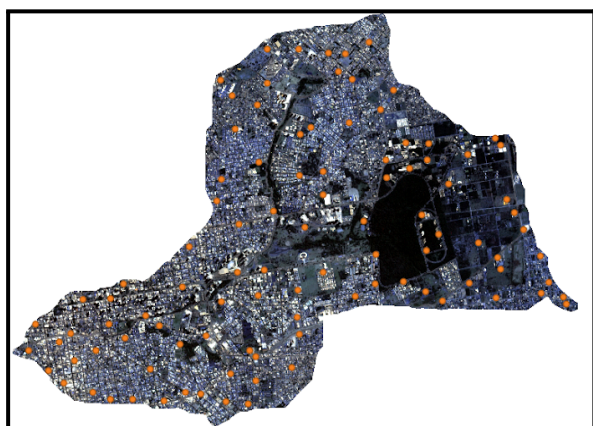


Figura 2b: Imagens CBERS 4a.

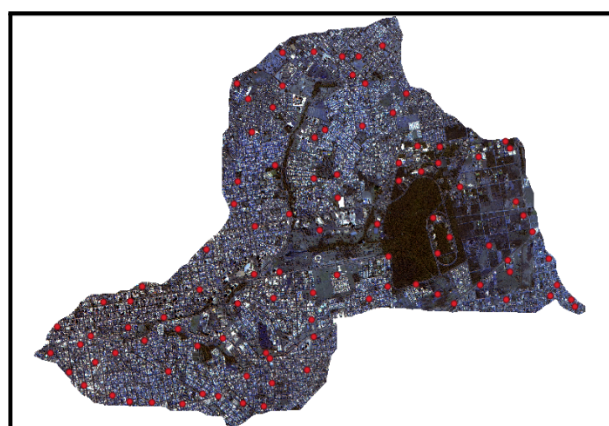
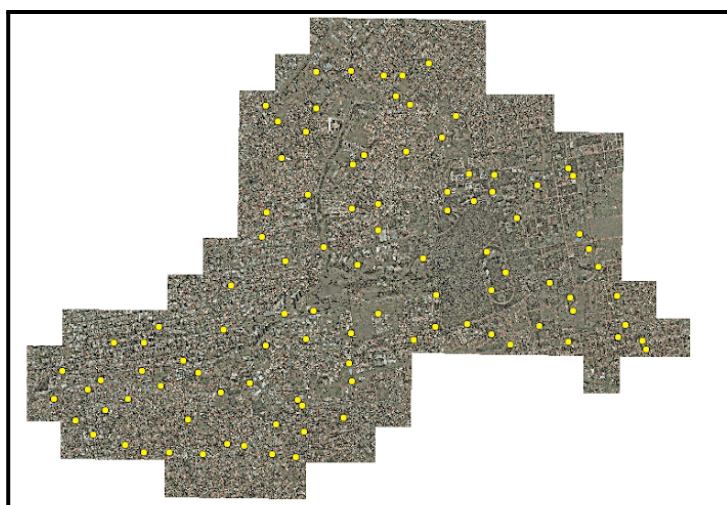




Figura 2c: Imagens dos conjuntos de ortofotografias.



Processamento dos dados

Para capturar as coordenadas planimétricas dos 100 pontos de controle, representando cantos de telhados identificáveis nas imagens (Figura 3), CBERS-4a fusionada, Planet Scope e ortofotografias, utilizou-se a ferramenta *Point Sampling* do QGIS 2.18. Destaca-se que as imagens encontram-se no sistema de coordenadas SIRGAS2000 e projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), fuso 21 Sul. Ressalta-se que se utilizou como dados de referência ortofotografias RGB com acurácia submétrica mesmo as coordenadas das imagens orbitais apresentarem acurácia de ordem métrica, pois foi a fonte de dados disponível para a área em estudo, e devido aos pontos de controle terem a exigência de apresentar maior acurácia posicional comparado aos dados em validação (MONICO, 2008). De acordo com as normas de aplicação do PEC-PCD, 20 pontos de controle é, em geral, o número mínimo adotado (CONCAR, 2011). Neste trabalho, para tanto, fez-se uso de 100 pontos de controle, visto que este número permitiu se obter uma distribuição homogênea densa de pontos por toda a extensão da área em estudo, e o processo de identificação de cantos de telhados e a leitura de suas coordenadas é simples e rápido com a ferramenta *Point Sampling* do QGIS 2.18 (Figura 3).



Figura 3: Pontos amostral.



CBERS 10 DE AGO. DE 2020



PLANET 8 DE AGO. 2020

Validação da acurácia posicional

Para a validação posicional (planimétrica) das imagens CBERS-4a fusionada e Planet Scope, aplicou-se o conceito de Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (CONCAR, 2011). Esta é uma abordagem de validação (Tabela 1) é tradicional no Brasil (SOUZA et al., 2009; LOUSADA & FERNANDES, 2017; MARINI et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018; PEREIRA et al., 2019; MACHADO et al., 2019; 2020).

Tabela 1: Padrão de Exatidão Cartográfica Planimétrica para Produtos Cartográficos Digitais.

PEC-PCD	1:25.000		1:50.000		1:100.000	
	PEC (m)	EP(m)	PEC (m)	EP(m)	PEC (m)	EP(m)
A	7,00	4,25	14,00	8,51	28,00	17,02
B	12,50	7,50	25,00	15,00	50,00	30,00
C	20,00	12,50	40,00	25,00	80,00	50,00
D	25,00	15,00	50,00	30,00	100,00	60,00



Um produto na escala 1:50.000 obterá PEC-PCD classe A em planimetria se mais de 90% das discrepâncias verificadas forem menores ou iguais ao Padrão de Exatidão Cartográfica de 14,00 m (PEC - 4ª coluna da Tabela 1). Além disto, o RMSE deve ser menor que o Erro Padrão de 8,51 m (EP - 5ª coluna da Tabela 1). A discrepância planimétrica (D_i) (ver Equação 1) de um ponto de controle i é a resultante das coordenadas de referência (Xr_i , Yr_i) deste ponto i (ex.: lido na ortofotografia) e suas respectivas coordenadas (Xt_i , Yt_i) no produto em validação (ex.: lido na imagem orbital). A discrepância é utilizada para a estimativa da Raiz do Erro Médio Quadrático (RMSE), como mostra a Equação 2 (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

$$D_i = \sqrt{(Xr_i - Xt_i)^2 + (Yr_i - Yt_i)^2} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_i^2}{n}} \quad (2)$$

Destaca-se que o processo de validação posicional (planimétrica) das imagens CBERS-4a fusionada e Planet Scope foi acompanhado de uma análise exploratória das discrepâncias. Isto foi importante para se identificar possíveis valores *outliers* no conjunto amostral de 100 pontos, os quais influenciam negativamente nos valores obtidos para as discrepâncias e no RMSE, que são utilizados na análise do PEC-PCD. Para tanto, estimou-se valores de média, mínimo, máximo, quartil e desvio-padrão das discrepâncias D_i , e fez-se a construção de gráficos Boxplot para se checar a dispersão dos pontos de controle, conforme Machado *et al.* (2020). Os valores de Limite Superior (Lim_Sup) e Limite inferior (Lim_inf) do *Box-Plot* foram calculados pelas equações 3 e 4 respectivamente. Em que Q1 e Q3 são os valores de 1º Quartil e 3º Quartil, respectivamente.

$$Lim_Sup = Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1) \quad (3)$$



$$Lim_{Sup} = Q3 - 1,5 * (Q3 - Q1) \quad (4)$$

RESULTADO E DISCUSSÃO

No estudo de caso, a média da discrepância em planimetria (Tabela 2) observada nas imagens CBERS 4a fusionadas se mostrou maior em pelo menos 19% (data 10/08/2020), chegando a até 61% (data 05/09/2020), se comparada à imagem Planet Scope (08/08/2020). Porém, os valores das coordenadas planimétricas extraídas na imagem Planet são mais dispersos, como é evidenciado pelo desvio-padrão. Esta maior variação pode ser um indicativo de *outliers* nas coordenadas lidas na cena Planet Scope, e isto se constata ao se analisar o valor da mediana (Tabela 2). Esta é menos sensível à valores espúrios comparada à média (VOLPATO & BARRETO, 2016). Tais achados evidenciam que, se por um lado há uma maior variação na qualidade geométrica das imagens CBERS 4a fusionadas de uma data para outra (Tabela 2), a análise sobre a imagem Planet Scope revela a importância de se checar a acurácia posicional por mais de um parâmetro estatístico, como média, mediana e desvio-padrão.

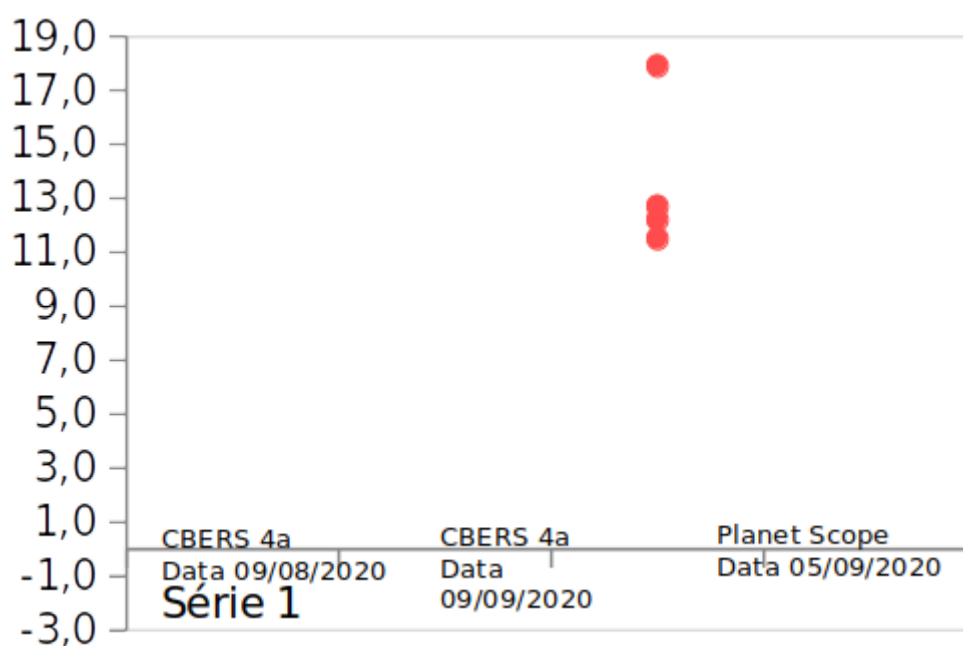
Tabela 2 - Discrepâncias em planimetria para as imagens CBERS 4a fusionada e Planet Scope.

Valores de discrepância em planimetria para os 100 pontos de controle (em metros)	CBERS-4a fusionada			Planet Scope
	10/08/20	05/09/20	Valor médio para CBERS 4a	08/08/20
	20	20		0
Média	5,62	7,62	6,62	4,72
Mediana	5,38	7,52	6,45	4,16
RMSE	6,25	8,11	7,18	5,52
Desvio-padrão	2,74	2,79	2,76	2,88
Valor mínimo	0,0	1,60	0,8	0,50
Valor máximo	11,90	15,50	13,70	17,90
Amplitude	11,90	13,90	12,90	17,40



Pela análise dos gráficos de *Box Plots* (Figura 4), sendo o símbolo “x” a posição da média da discrepância em planimetria, corrobora-se que há um maior número de discrepâncias *outliers* quando se considera a imagem Planet Scope. Um valor médio maior que a mediana indica uma distribuição assimétrica à direita (ou positiva), e no caso da imagem Planet Scope, esta diferença é ainda mais evidente (Figura 4), pois o valor máximo (17,90m) de discrepância (Tabela 2) é consideravelmente maior que o limite superior (11,20 m) do *Box Plots* (Figura 4) na imagem Planet Scope.

Figura 4 – Gráfico *Box Plots* para as discrepâncias planimétricas (em m) das imagens orbitais.



A remoção de um dado espúrio de uma amostra afeta o valor da média mais que o valor da mediana (VOLPATO & BARRETO, 2016). No estudo de caso, isto se comprova pelos resultados apresentados na Tabela 3 para a imagem Planet Scope. Enquanto o valor da média foi reduzido em 7,8% (4,72 para 4,35 m), a mediana baixou apenas em 3,3% aproximadamente (4,16 para 4,02m), ao se remover quatro valores espúrios na análise com a imagem Planet Scope. Tais valores (de 17,90 m, 12,70 m, 12,20 m e 11,50 m) correspondem



aos pontos para os quais as discrepâncias planimétricas apresentaram valores acima do valor de limite superior do gráfico *Box-Plots*.

Há uma diminuição de todas as estatísticas no conjunto de pontos sem os valores de *outliers* (total de 96 pontos) comparado ao conjunto original (total de 100 pontos) (Tabela 3). Assim, para validar a acurácia posicional em planimetria da imagem Planet Scope foi usado o conjunto de pontos sem os valores espúrios. Deste modo, com base nos valores de RMSE (Tabela 1) obtidos para as imagens CBERS-4a fusionadas, de 10/08/2020 (RMSE = 6,25) e de 05/09/2020 (RMSE = 8,11) (Tabela 2), e para a imagem Planet Scope (sem os *outliers*) (Tabela 3), constata-se os RMSE obtidos são maiores que o EP (de 4,25 m) referente ao PEC-PCD à classe A, na escala 1:25.000. Todavia, os valores de RMSE para CBERS 4a fusionada (em média de 7,18m) (Tabela 2) e de 4,88 para a imagem Planet Scope (Tabela 3) são menores que o EP de 7,5 m, do PEC-PCD classe B, na escala 1:25.000.

Tabela 3 - Estatística descritiva das discrepâncias planimétricas para a imagem Planet Scope.

Estatística descritiva	Imagem Planet Scope	Imagem Planet Scope
	(sem remoção de <i>outliers</i>)	(com remoção de <i>outliers</i>)
Número de pontos	100	96
Média amostral	4,72	4,35
Mediana	4,16	4,02
RMSE	5,52	4,88
Desvio-Padrão amostral	2,88	2,22
Valor mínimo	0,50	0,50
Valor máximo	17,90	10,70
1º Quartil	2,90	2,80
2º Quartil (ou mediana)	4,20	4,00
3º Quartil	6,20	5,90
Limite Superior do Box-Plot	11,20	10,60
Limite Inferior do Box-Plot	-2,10	-1,90

Para cada conjunto amostral foi determinado (Tabela 4) as porcentagens de pontos



com discrepâncias inferiores ao valor do PEC-PCD (Tabela 2) nas classes de A até D, escala 1:25.000. Todas as imagens analisadas obtiveram mais de 90% das discrepâncias dos pontos de controle abaixo do valor tabelado para o PEC-PCD classe B, na escala 1:25.000.

Tabela 4 : Porcentagem de pontos com discrepância planimétrica inferior ao PEC-PCD.

Escala	PEC-PCD Classe	CBERS-4a fusionada 10/08/2020	CBERS-4a fusionada 05/09/2020	Imagem Planet (com remoção de outliers) 08/08/2020
1:25.000	A	70,0%	40,0%	88,5%
	B	100,0%	96,0%	100,0%
	C	100,0%	100,0%	100,0%
	D	100,0%	100,0%	100,0%

Na análise da acurácia planimétrica usando o conceito de PEC-PCD, ambos os valores PEC e EP são verificados em conjunto. Isso implica que 90% das discrepâncias devem ser menores que o valor do PEC, e o valor do RMSE deve ser menor que o EP (Tabela 1) para a escala de mapeamento na classe pretendida. No estudo de caso, verifica-se que as cenas CBERS-4a fusionadas e Planet Scope possibilitam o mapeamento na escala 1:25.000 com PEC-PCD, classe B. Ao se considerar o valor do erro gráfico, que é de 0,2mm, tem-se que o menor elemento a ser mapeado em um produto na escala 1:25.000 é de 5m. Este valor é coerente com a resolução espacial das imagens Planet Scope, que é de 3 metros, bem como com a resolução espacial das imagens CBERS 4a fusionadas, que é de 2m. Isto denota que ambos os dados de Sensoriamento Remoto são classificados como similares em termos de acurácia planimétrica, ainda que possuem resoluções espaciais ligeiramente distintas. Além disto, constata-se que há uma limitação de uso dessas imagens, CBERS-4a fusionada e PlanetScope, em projetos de mapeamento a nível cadastral, isto é, em escala maior que 1:25.000. Todavia, ressalta-se sua viabilidade de uso para atender a estudos que demandem de cartas topográficas (escala maior que 1:25.000) (IBGE, 1999), ou que não exijam acurácia posicional superior à classe B do PEC-PCD, escala 1:25.000.



CONCLUSÕES

Esse trabalho realiza a validação da acurácia posicional planimétrica de imagens CBERS 4a fusionadas e imagens Planet Scope usando alvos urbano, em consonância com as especificações do Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais. Ainda que sejam imagens de resoluções espaciais distintas, ambos os dados permitem a obtenção de produtos cartográficos na escala de 1:25.000, sendo classificados como classe B no PEC-PCD.

As imagens multiespectrais CBERS-4a, que são gratuitas, quando fusionadas com sua banda pancromática, mostrou-se uma opção similar às imagens Planet Scope, que são comerciais, em termos de acurácia planimétrica. Todavia, evidencia-se pelo estudo de caso os projetos que demandem de um produto cartográfico em escala grande, isto é, menor que 1:25.000, não devem ser elaborados com tais dados. Recomenda-se que futuros trabalhos avaliem a acurácia dessas imagens em áreas de contexto não urbano para apoiar estudos relacionados à agricultura de precisão.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, L.S.; SANTOS, A.P. Avaliação da acurácia posicional planimétrica de imagens CBERS4/Sensor PAN na região de Alvinópolis - MG. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Salvador-BA, 03-06 outubro. P. 153-157. 2017.
- BREUNING, F. M.; GALVÃO, L. S.; DALAGNOL, R.; DAUVE, C, E.; PARRAGA, A.; SANTI, A. L.; FLORA, D.P.D.; CHEN, S. Delineation of management zones in agricultural fields using cover-crop biomass estimates from PlanetScope data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. v. 85, 2020. doi.org/10.1016/j.jag.2019.102004.
- CARIS, E.A. P.; CRUZ, C.B.M.; KURTZ, B.C. Analysis of altimetric data obtained by LiDAR in an area of Atlantic Forest in southeastern Brazil. Tamoios, v. 16, n. 2, p. 67-85. 2020. DOI: 10.12957/tamoios.2020.47023
- CHENG, Y.; VRIELING, A.; FAVA, F.; MERONI, M.; MARSHALL, M.; GACHOKI, S. Phenology of short vegetation cycles in a Kenyan rangeland from PlanetScope and Sentinel-2. Remote Sensing of Environment. v. 248. 2020. doi.org/10.1016/j.rse.2020.112004
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. Especificação Técnica Para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) Versão 2.5. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, Brasil, 2ed. 2011. Disponível em: <https://inde.gov.br/pdf/ET-EDGV_versao_3.0_2018_05_20.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2021.



DSG. Diretoria de Serviço Geográfico. Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV. 2 ed. 2011, 254p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_ADGV_Vs_2_1_3.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2021.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. CBERS. Disponível em <http://www.cbers.inpe.br/sobre_satelite/usuarios_aplicacoes.php>. Acesso em 06 junho 2021.

JENSEN, J. R. Remote Sensing of Environment: an Earth Resource Perspective. 2 ed.. São José dos Campos: Editora Parênteses, 2011, 587p. Traduzido por EPIPHANIO J. C. N.; et al.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M.F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. Porto Alegre: Bookman. 3ª Edição, 2013. 540 p.

LOUSADA, G.; Fernandes, M.C. Avaliação da Precisão Vertical de Modelos Digitais de Elevação e Análise de Tendências em Diferentes Domínios Geomorfológicos. Revista Brasileira de Cartografia. v. 69, n. 7, p. 1263-1276. 2017. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43987>>. Acesso em 16 de julho de 2021.

MACHADO, V. S.; MARCATO Jr., J.; SOUZA, M. K. G.; OSCO, L. P.; RAMOS, A. P. M. Validação da Acurácia Vertical de Modelos Digitais de Superfície Utilizando o Banco de Dados do Sistema de Gestão Fundiária: Um Estudo de Caso no Oeste do Estado de São Paulo. Anuário do Instituto de Geociências, Rio de Janeiro – RJ, v 42-4, 139-147. 2019. doi.org/10.11137/2019_4_139_147

MACHADO, V. S.; SOUZA, M. K. G.; OSCO, L. P.; MARCATO Jr., J.; RAMOS, A. P. M. Integração do banco de dados do SIGEF e da Fundação Itesp para validação da acurácia vertical de modelos digitais de superfícies. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia – MG, v 21-75, 172-184. 2020. Disponível em: <<https://cc.bingj.com/cache.aspx?q=Integração+do+banco+de+dados+do+SIGEF+e+da+Fundação+Itesp+para+validação+da+acurácia+vertical+de+modelos+digitais+de+superfícies.&d=4835875621384207&mkt=pt-BR&setlang=pt-BR&w=qOttMgnZSwyXGiL5QAPupuKSdDqFjI5S>>. Acesso em 16 de julho de 2021.

MARINI, L.B.; MARCATO Jr., J.; RAMOS, A.P.M.; FILHO, A.C.P.; BARROS, W.M. & HIGA, L.T. Análise da Acurácia Altimétrica dos Modelos Digitais de Superfície SRTM, ASTER e Topodata e Aplicação na Representação 3D do Pantanal da Nhecolândia. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 03, p. 48-54. 2017. doi.org/10.11137/2017_3_48_54

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. Editora Unesp, Presidente Prudente – SP, 2ed. 2008. 480p.

OLIVEIRA, G.D.; ALMEIDA, M.S.; MEDEIROS, N.G.; SANTOS, A.P.; DAL PAZ, W.R. Correção geométrica de imagens orbitais a partir das coordenadas de vértices de imóveis certificados pelo INCRA. Revista Brasileira de Cartografia, v. 70, n. 1, p. 290-324. 2018. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/45257>>. Acesso em 16 de julho de 2021.

PEREIRA, H.L.; CATALUNHA, M.J.; JUNIOR, C.R.B.; SOUSA, P.T.G. Qualidade de Modelos Digitais de Elevação Utilizando Dados do SIGEF: Estudo de Caso para as Sub-Bacias do Ribeirão dos Mangues e Rio Soninho no Estado do Tocantins. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 1, p. 187-200. 2019. doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p187-200



PINHEIRO, E. C. C.; RAMOS, A. P. M.; MARCATO Jr., J. Validação da Aplicação de Imagens Planet à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais no Mato Grosso do Sul. Anuário do Instituto de Geociências, v 42-3, 145-153. 2019. doi.org/10.11137/2019_3_145_153

QGIS Development Team, GIS Geographic Information System. Versão 2.18. Disponível em <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

RAMOS, A. P. M.; MARCATO JUNIOR, J.; DECANINI, M. M. S.; PUGLIESI, E. A.; OLIVEIRA, R. F.; PARANHOS FILHO, A. C. Avaliação qualitativa e quantitativa de métodos de classificação de dados para o mapeamento coroplético. Revista brasileira de cartografia. , v.68, p.609 - 629, 2016.

SHENDRYK, Y.; RIST, Y.; TICEHURST, C.; THORBURN, P. Deep learning for multi-modal classification of cloud, shadow and land cover scenes in PlanetScope and Sentinel-2 imagery. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 157. 124-136. 2019. 10.1016/j.isprsjprs.2019.08.018.

SOUZA, L.G.; SOUSA, G.M.; COURA, P.H.F.; FERNANDES, M.C. Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para Estudos Geoecológicos no Maciço da Pedra Banca, Rio de Janeiro, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 3, p. 48-54. 2009. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5385/4895>>. Acesso em 16 de julho de 2021.

XAVIER, L.; VIEIRA, A.; CAMPOS, C.; MEIRELES, T.; SILVA, C.; SANTIL, F. Avaliação da Acurácia Posicional de Feições Lineares em uma Ortoimagem: Aplicação na Cartografia Cadastral. Caminhos de Geografia. v. 21, p. 134-146. 2020. doi.org/10.14393/RCG217651957

COMO CITAR ESTE TRABALHO

SOUZA, Mariany Kerriany Gonçalves. MACHADO, Vagner Souza. JUNIOR, José Marcato. OSCO, Lucas Prado. RAMOS, Ana Paula Marques. Validação da acurácia posicional de imagens cbers-4a e Planet Scope usando alvos urbanos. Revista Tamoios, São Gonçalo, v.19 , n. 1, p. 207-222, 2023. Disponível em: [10.12957/tamoios.2023.61140](https://doi.org/10.12957/tamoios.2023.61140). Acesso em: DD MMM. AAAA.